Nicolae Sfetcu

Buclele cauzale în călătoria în timp

Colecția ESEURI

MultiMedia Publishing

Buclele cauzale în călătoria în timp

Nicolae Sfetcu

Colecția ESEURI
Publicat de MultiMedia Publishing, Drobeta Turnu Severin, 2019, www.telework.ro/ro/editura

ISBN 978-606-033-148-3

Sfetcu, Nicolae, " Buclele cauzale în călătoria în timp", Telework (2 februarie 2018), MultiMedia Publishing (ed.), DOI: 10.58679/TW85073, ISBN 978-606-033-148-3, URL = https://www.telework.ro/ro/e-books/buclele-cauzale-calatoria-timp/

Email: nicolae@sfetcu.com

Abstract

În această lucrare analizez posibilitatea călătoriei în timp pe baza mai multor lucrări de specialitate, printre care cele ale lui Nicholas J.J. Smith ("Time Travel", The Stanford Encyclopedia of Philosophy”), (Smith 2016) William Grey (”Troubles with Time Travel”), (Grey 1999) Ulrich Meyer (”Explaining causal loops”), (Meyer 2012) Simon Keller și Michael Nelson (”Presentists should believe in time-travel”), (Keller and Nelson 2010), Frank Arntzenius și Tim Maudlin ("Time Travel and Modern Physics"). (Arntzenius and Maudlin 2013) și David Lewis (“The Paradoxes of Time Travel”) (Lewis 1976) Lucrarea începe cu o Introducere în care fac o scurtă prezentare a călătoriei în timp, și continuă cu o Istoria conceptului de călătorie în timp, prezentarea principalelor Aspecte fizice ale călătoriei în timp, inclusiv călătoria în timp în trecut în relativitatea generală și în fizica cuantică și călătoria în timp în viitor, apoi o prezentare a Paradoxul bunicului care este abordat în aproape toate lucrările de specialitate, urmat de o secțiune dedicată Filosofiei călătoriei în timp, și o secțiune în care analizez Buclele cauzale pentru călătoria în timp. Finalizez lucrarea cu Concluzii, în care expun opiniile personale privind călătoria în timp, și Bibliografia pe care se bazează lucrarea.

Cuvinte cheie: călătoria în timp, cauzalitate, bucle cauzale, paradoxuri temporale, paradoxul bunicului

Introducere

Călătoria în timp implică deplasarea într-un timp diferit de cel prezent, în trecut sau în viitor, în principiu fără o deplasare în spațiu cu referire la un sistem de coordonate local. Călătoria în timp poate fi făcută de un corp material care poate fi sau nu o ființă vie, și pentru care se folosește de obicei un dispozitiv special denumit mașina timpului.

Călătoria în timp este un concept recunoscut în filosofie și știință, dar a cărui posibilitatea este foarte disputată, dând naștere la numeroase paradoxuri atât în filosofie cât și în știință. Călătoria în timp este considerată de unii acceptată atât de relativitatea generală cât și de mecanica cuantică, dar există un consens unanim că nu este fezabilă cu tehnologia actuală. (Hawkins 2010) Problemele ridicate sunt diferite pentru călătoria în timp în trecu față de călătoria în timp în viitor.

De remarcat faptul că nu se consideră ca fiind călătorie în timp următoarele aspecte: somnul, coma înghețarea criogenică, simulatorul de realitate virtuală, predicții cu bila de cristal, izolarea, zborul în care se modifică fusul orar, etc.

Cea mai cunoscută definiție a călătoriei în timp este dată de Lewis (Lewis 1976) pp. 145-6:

”Ce este călătoria în timp? Inevitabil, aceasta implică o discrepanță între timp și timp. Orice călător pleacă și ajunge la destinație; timpul scurs de la plecare până la sosire ... este durata călătoriei. Dar dacă este un călător în timp, separarea în timp între plecare și sosire nu este egală cu durata călătoriei sale ... Cum poate fi ca aceleași două evenimente, plecarea și sosirea lui să fie separate de două timpuri inegale ? ... Răspund prin diferențierea timpului în sine, a timpului exterior, așa cum o voi numi și el, de timpul personal al unui anumit călător timp: aproximativ, ceea ce se măsoară prin ceasul său de mână. Călătoria lui durează o oră din timpul său personal, să zicem ... Dar sosirea este mai mult de o oră după plecare în timp extern, dacă călătorește spre viitor; sau sosirea este înainte de plecare în timpul extern ... dacă călătorește spre trecut.”

O altă definiție a călătoriei în timp (Arntzenius 2006) (Smeenk and Wüthrich 2011) echivalează călătoria în timp cu existența curbelor CTC (closed timelike curves), respectiv o linie în spațiu-timp, care este temporală dacă reprezintă transportul unui corp și este închisă dacă se întoarce la punctul de plecare.

Unii autori acceptă existența a două dimensiuni temporale (Meiland 1974), iar alții consideră scenarii cu universuri multiple "paralele", fiecare cu propriul spațiu-timp patru-dimensional (Deutsch and Lockwood 1994). Dar se pune întrebarea dacă o călătorie în o altă dimensiune temporală sau într-un alt univers paralel ,este într-adevăr o călătorie în timp, sau una virtuală.

Examinarea posibilității călătoriei înapoi în timp într-un univers ipotetic descris de o metrică Gödel a condus pe Kurt Gödel să afirme că timpul ar putea fi un fel de iluzie, (Yourgrau 2005) doar o altă dimensiune ca spațiul, rezultând un "bloc" 4-dimensional.

Istoria conceptului de călătorie în timp

Gânditorul egiptean Ptahhotep (2650-2600 î.Hr.) afirma: "Nu micșora timpul după cum dorești, pentru că pierderea timpului este o urâciune pentru spirit". (Bartlett 2014)

Incașii au privit spațiul și timpul ca un singur concept numit *pacha*. (Atuq Eusebio Manga Qespi 1994)

Filosofia antică a avut două concepții diferite legate de timp: adepții filozofului grec Heraclit consideră că lumea este flux continuu., pe când cei ai metafizicii Parmenidelor susțin că adevărul și realitatea sunt stabile și eterne. Pe baza acestor concepții metafizice, McTaggart a dezvoltat un argument pentru ne-realitatea timpului care a ajuns un punct obișnuit de plecare pentru discuții despre natura sa. (Lewis 1976) Doar filosofia parmenideană, conform căreia trecutul,

prezentul și viitorul sunt la fel de reale ca și prezentul, poate accepta călătoriile în timp. (Grey 1999)

Aristotel a susținut că schimbarea trecutului depășește chiar și puterea lui Dumnezeu. Din acest motiv, "nimeni nu se gândește la trecut, ci la ceea ce este viitor și poate fi altfel". (Aristotle 1941)

În mitologia hindusă, *Mahabharata* există povestea regelui Raivata Kakudmi, care călătorește în cer pentru a se întâlni cu creatorul Brahma și este surprins să afle când se întoarce pe Pământ că trecuseră multe veacuri.

Budistul Pāli Canon afirmă că Payasi Sutta spune despre unul dintre discipolii lui Buddha, Kumara Kassapa, că i-a spus că "în Cerul celor Treizeci și Trei Devas, timpul trece într-un ritm diferit și oamenii trăiesc mult mai mult. 'În secolul nostru; o sută de ani, doar o singură zi; douăzeci și patru de ore ar fi trecut pentru ei.'" (Chattopadhyaya 1964)

Filozofii și teologii medievali au dezvoltat conceptul de univers având un trecut finit cu un început, acum cunoscut sub numele de finitism temporal. (Craig 1979)

Relativitatea generală sugerează că o geometrie adecvată a spațiu-timpului sau anumite tipuri de mișcare în spațiu pot permite călătoria în timp dacă aceste geometrii sau mișcări ar fi posibile. (Thorne, Braginsky, and Ginzburg 1994) Posibilitatea curbelor închise în timp (linii ale universului care formează bucle închise în spațiu), precum spațiu-timp Gödel, pentru care există soluții la ecuațiile relativității generale, ar permite călătoria în trecut, dar plauzibilitatea soluțiilor este nesigură.

Pentru călătoria în timp este necesară o deplasare mai rapidă decât viteza luminii, ca în cazul corzilor cosmice, a găurilor de vierme și a metricii Alcubierre. (Gott 2002) Hawking a formulat conjenctura protecției cronologice, sugerând că legile fundamentale ale naturii împiedică

călătoria în timp (S. W. Hawking 1992), dar o decizie clară se poate lua numai într-o teorie complet unificată a gravitației cuantice. (Stephen W. Hawking et al. 2003)

Găurile de vierme sunt un spațiu-timp ipotetic curbat, permise de ecuațiile câmpului Einstein de relativitate generală. (Visser 1996) Călătoria în timp este posibilă în acest caz dacă un capăt al găurii de vierme este accelerat la o fracțiune semnificativă a vitezei luminii și apoi adus înapoi în punctul de origine. Alternativ, se poate folosi o singură intrare a găurii de vierme deplasând-o în câmpul gravitațional al unui obiect care are o gravitație mai mare decât cealaltă intrare și apoi se readuce într-o poziție aproape de cealaltă intrare. În ambele cazuri dilatarea timpului determină ca acel capăt al găurii de vierme care a fost mutat să aibă o vârstă mai mică decât capătul staționar.

Construcția unei găuri de vierme traversabile ar necesita existența unei substanțe cu energie negativă, și o distribuție a energiei care încalcă diferite condiții de energie, dar călătoria în timp ar fi totuși posibilă datorită efectului Casimir în fizica cuantică. (Visser, Kar, and Dadhich 2003)

În cazul emiterii unui semnal cu viteza mai mică sau egală cu viteza luminii, transmisia s-a întâmplat înainte de recepție. Dacă viteza este mai mare decât viteza luminii, semnalul este recepționat înainte de a fi trimis. (Jarrell 2006) Se poate spune că semnalul s-a deplasat înapoi în timp (antitelefon tahionic). (Kowalczyński 1984)

În mecanica cuantică există fenomene, precum teleportarea cuantică, paradoxul Einstein–Podolsky–Rosen sau inseparabilitatea cuantică, care ar putea permite călătoria în timp. Interpretarea Bohm presupune că unele informații sunt schimbate instantaneu între particule pentru a menține corelațiile între ele, (Goldstein 2017) efect denumit de Einstein "acțiune înfricoșătoare la distanță". Dar teoriile moderne nu permit călătoria în timp datorită conservării cauzalității.

Lumile multiple ale lui Everett în mecanica cuantică oferă o rezolvare a paradoxului bunicului, implicând ideea călătorului în timp care sosește într-un univers diferit de cel din care vine; dar într-un astfel de caz, aceasta nu este o călătorie "în timp real". (Arntzenius and Maudlin 2013) Interpretarea acceptată a multiplelor lumi sugerează că toate evenimentele cuantice posibile pot apărea în istorii reciproc exclusive. (Arntzenius and Maudlin 2013) Stephen Hawking susține că fiecare călător ar trebui să experimenteze o singură istorie auto-consecventă, astfel încât călătorii în timp rămân în lumea lor, mai degrabă decât să călătorească către alta. (S. Hawking 1999)

Daniel Greenberger și Karl Svozil au propus un model cuantic pentru călătoria în timp fără paradoxuri: (Greenberger and Svozil 2005) trecutul observat din prezent este determinist (are doar o singură stare posibilă), dar prezentul observat din trecut are multe stări posibile până când acțiunile noastre (inevitabile) le fac să colapseze într-o singură stare.

Călătoria în viitor presupune dilatarea timpului, o consecință directă a invarianței vitezei luminii, (Ferraro 2007) prin deplasarea la viteze relativiste sau prin efectele gravitației. (Serway, Beichner, and Jewett 2000)

Paradoxul bunicului

Cel mai cunoscut exemplu de imposibilitate a călătoriei în timp este paradoxul bunicului sau argumentul auto-infanticidului: (Horwich 1987) o persoană care călătorește în trecut și își ucide propriul bunic, împiedicând astfel existența unuia din părinți, și deci propria sa existență. Un răspuns filosofic la acest paradox ar fi imposibilitatea schimbării trecutului, (Swartz 2001) similar cu principiul propus auto-consistenței Novikov. Paradoxul implică orice acțiune care modifică trecutul. (Smith 2016)

Paradoxul bunicului este prezentat în multe variante: Fizicianul John Garrison prezintă o variație cu un circuit electronic care trimite un semnal printr-o mașină a timpului care să se decupleze singur și primește semnalul înainte de a-l trimite, (Garrison et al. 1998) iar paradoxul auto-infanticidului presupune întoarcerea în timp și uciderea propriei persoane pe când era copil. (Horwich 1987)

Din perspectivă logică, paradoxul este o contradicție logică: dacă un eveniment a avut loc într-un fel, nu există posibilitatea ca evenimentul să fi avut loc în alt mod. (Swartz 2001) Bradley Dowden argumentează că posibilitatea de a crea o contradicție exclude călătoria în timp în trecut.

O abordare a acestui paradox este un univers paralel : când călătorul în timp își ucide bunicul, el ucide de fapt o versiune paralelă a bunicului lor, iar universul original al călătorului în timp este neschimbat; în alte variante, călătorul în timp încearcă dar nu reușește să își ucidă bunicul.

Conform principiului Novikov al auto-consistenței, fizica în sau aproape de curbe spațio-temporale închise de tip timp (mașini ale timpului) nu poate fi decât în concordanță cu legile universale ale fizicii, și astfel pot să apară numai evenimente coerente. Novikov a folosit exemplul dat de Joseph Polchinski pentru paradoxul bunicului pentru a arăta cum acest sistem poate fi rezolvat într-un mod coerent, care evită paradoxul bunicului, deși creează o buclă cauzală. (Lossev and Novikov 1992) Hawking afirmă astfel:

> ”Călătoria în trecutul cuiva ... ar părea să ducă la tot felul de probleme logice, dacă s-ar putea schimba istoria. De exemplu, ce s-ar întâmpla dacă ți-ai ucis părinții înainte de a te naște. S-ar putea să se evite astfel de paradoxuri prin modificarea conceptului de liberă voință. Dar acest lucru nu va fi necesar dacă ceea ce eu numesc *ipoteza de protecție a cronologiei* este corectă: *Legile fizicii împiedică apariția curbelor închise temporale.”* (S. W. Hawking 1992)

Soluția proprie a lui Lewis față de această problemă a fost acceptată pe scară largă: călătorul poate să intre în trecut fără a ucide bunicul, dar totuși încă mai avem o contradicție: căci el o poate face și nu o poate face:

> ”Ar putea un călător în timp să schimbe trecutul? Nu poate: evenimentele dintr-un moment trecut nu s-au mai putut schimba mai mult decât numerele. Totuși, se pare că ar fi la fel de capabil ca oricine să facă lucruri care ar schimba trecutul dacă le-ar fi făcut. Dacă un călător în timp care vizitează trecutul poate și nu face ceva care să-l schimbe, deci nu poate exista un astfel de călător în timp.” (Lewis 1976)

Împușcarea bunicului este composibilă cu faptele despre arma sa, formarea, starea de spirit și așa mai departe, dar nu este composibilă cu alte fapte, cum ar fi faptul că bunicul nu a murit astfel. Astfel, ”crima” este adevărată într-un sens (relativ la un set de fapte) și falsă într-un alt sens (față de alt set de fapte), dar nu există niciun sens în care să fie atât adevărat, cât și fals. Deci nu există o contradicție aici - doar o echivocare.

Filosofia călătoriei în timp

Newton a susținut ideea timpului absolut, spre deosebire de Leibniz pentru care timpul este doar o relație între evenimente și nu poate fi exprimat în mod independent, afirmație în concordanță ci relativitatea spațiu-timpului. (Crisp 2007)

Eternismul susține că trecutul și viitorul există într-un sens real, (Crisp 2007) mergându-se până la ideea că timpul este o dimensiune similară cu dimensiunile spațiale, că evenimentele viitoare și trecute sunt "prezente" pe axa timpului, dar această opinie este contestată. (Maudlin 2010) Pe viziunea în patru dimensiuni, universul este o topologie spațiu-timp existentă, conținând tot ceea ce s-a întâmplat, tot ce se întâmplă și tot ce se va întâmpla. Rezultă că nu există nici un moment singular, care să fie considerat neesențial ca prezent. (Keller and Nelson 2010) Călătoria în timp este posibilă dacă viziunea patru-dimensională a timpului este corectă, dar nu este posibilă dacă prezentismul este adevărat. William Godfrey-Smith spune că "imaginea metafizică care stă

la baza discuțiilor despre călătoria în timp este cea a universului bloc, în care lumea este concepută ca fiind extinsă în timp, așa cum este în spațiu" (Godfrey-Smith 1980)

Prezentismul susține că viitorul și trecutul există doar ca schimbări, și nu au o existență reală a lor, există doar prezentul. Astfel, călătoria în timp ar fi imposibilă, deoarece nu există viitor sau trecut. (Crisp 2007)

> "Prezentismul relativizat" admite că există cadre infinite de referință, fiecare dintre ele având un set diferit de evenimente simultane, ceea ce face imposibilă distingerea unui singur prezent "real" și, prin urmare, fie toate evenimentele în timp sunt reale - estompând diferența între prezentism și eternism - fie fiecare cadru de referință există în propria sa realitate.
>
> Conform teoriei filozofice a composibilității, dacă trecutul *este* într-un anumit fel, nu este posibil ca acesta să fie altfel. Ce se *poate* întâmpla în trecut este limitat la ceea ce *s-a întâmplat*, pentru a preveni contradicțiile logice. (Lewis 1976)

O poziție tradițională realistă în ontologie este că timpul și spațiul au existență în afară de mintea umană. Idealiștii, prin contrast, neagă sau se îndoiesc de existența unor obiecte independente de minte. Unii antirealiști, a căror poziție ontologică este că există obiecte în afara minții, se îndoiesc totuși de existența independentă a timpului și a spațiului.

A existat și o dezbatere între definirea noțiunilor de spațiu și timp ca obiecte reale (absolute) sau simple ordonări ale obiectelor reale (relaționale), susținute de Isaac Newton și, respectiv, Gottfried Leibniz (principiul rațiunii suficiente și identitatea indiscernabilelor)

Poziția convenționalistă afirmă că nu există niciun fapt despre materie, totul este decis prin convenție. Astfel, Henri Poincaré a susținut că geometria aplicată unui spațiu a fost decisă prin convenție.

O soluție la problema direcției timpului are o viziune metafizică, în care direcția timpului rezultă dintr-o asimetrie a cauzalității. O a doua familie de soluții la această problemă constată existența direcției timpului ca fiind legată de natura termodinamicii. (entropia). Un al treilea tip de soluție susține că legile fizice nu sunt simetrice în sensul inversării timpului.

Endurantismul afirmă că pentru ca un obiect să persiste în timp trebuie ca acesta să existe complet în momente diferite. Perdurantismul susține că pentru ca un lucru să existe în timp trebuie ca acesta să existe ca o realitate continuă, luând în considerare un ansamblu dintre toate "părțile sale temporale" ale existenței.

Conform concepției metafizice heracliteene, nu *există* nici un domeniu al faptei unui viitor determinat, niciun locuitor al viitorului, deși va exista. Iar trecutul, este considerat fix și determinat și nu poate fi schimbat. Călătoria către viitor în acest context ar fi exclusă, pentru că pur și simplu nu mergem nicăieri.

Buclele cauzale

Există, printre unii oameni de știință și filosofi, ideea că orice teorie care ar permite călătoria în timp ar introduce probleme de cauzalitate. (Bolonkin 2011) Aceste tipuri de paradoxuri temporale pot fi evitate prin principiul de consecvență Novikov sau printr-o variație a interpretării multor lumi cu lumi care interacționează. (Everett 2004)

Argumentul clasic împotriva cauzalității înapoi este *argumentul bilking* (Horwich 1987) Dacă un eveniment A provoacă un eveniment anterior B, Bilking recomandă o încercare de a decorela A și B, adică de a aduce A în cazurile în care B nu a avut loc și de a preveni A în cazurile în care a avut loc B.

O buclă cauzală este o secvență de evenimente (acțiuni, informații, obiecte, oameni) (Lobo and Crawford 2002) în care un eveniment A determină un alt eveniment B, care determină primul eveniment A. (Rea 2014) La astfel de evenimente în spațiu-timp originea lor nu poate fi determinată. (Lobo and Crawford 2002) Evenimentele care formează o buclă nu trebuie să fie cauze complete ale fiecăruia, nici efectele complete ale altuia. Într-o buclă de cauzalitate pot exista

cauza sau evenimente externe secundare. Dacă nu există astfel de cauze sau evenimente se spune că bucla este *izolată cauzal*.

Cauzalitatea înapoi presupune un viitor închis ontologic - o poziție metafizică despre timp denumită de obicei eternalism, o formă specifică de non-prezentism. (Faye 2001)

Călătoriile înapoi în timp determină bucle de cauzalitate? Hanley (Hanley 2004) afirmă că poate exista o călătorie înapoi în timp și o cauzalitate inversă fără a exista bucle cauzale. (S. W. Hawking 1992) Monton (Monton 2009) critică exemplul lui Hanleydar este de acord cu afirmația acestuia.

Lumea în care trăim are, conform lui David Lewis, o ontologie parmenideană: "un manifold a evenimentelor în patru dimensiuni", iar ocupanții lumii sunt agregații patrudimensionali ai etapelor - "linii temporale". (Lewis 1976, 145) Cu toate acestea, călătorul în timp nu este ca alte agregate; "Dacă călătorește spre trecut este o linie în zig-zag". (Lewis 1976, 146) S-ar putea să fie, de asemenea, linii întinse care sunt călătorii în viitor. Această lume parmenideană a etapelor temporale îndepărtează imediat obiecția "nicio destinație" față de călătoria în timp. Geometria patru-dimensională oferă mijloacele de înregistrare a transportului călătorului în timp.

Mulți consideră că buclele de cauzalitate nu sunt imposibile sau inacceptabile, ci doar *inexplicabile*. Au existat două tipuri principale de răspuns la această obiecție. Lewis (Lewis 1976) acceptă că o buclă (în ansamblu) ar fi inexplicabilă, precum Big Bang sau dezintegrarea unui atom de tritiu, dar ea este doar ciudată, nu imposibilă. Similar, Meyer (Meyer 2012) susține că, dacă cineva cere o explicație a unei bucle (în ansamblu), "vina ar cădea asupra persoanei care a pus întrebarea, nu asupra incapacității noastre de a răspunde." Un alt răspuns, al lui Hanley (Hanley 2004) este de a nega că (toate) buclele de cauzalitate sunt inexplicabile. Mellor (Mellor 1998) consideră că în astfel de bucle șansele de evenimente nu vor fi legate de frecvențele lor, în

conformitate cu legea numărului mare. Berkovitz (Berkovitz 2001) și Dowe (Dowe 2001) susțin că Mellor nu reușește să stabilească imposibilitatea buclelor de cauzalitate.

Buclele cauzale la călătoria înapoi în timp implică evenimente care par să "vină de nicăieri", (Smith 2016) obiecte sau informații ”auto-existente” paradoxale, rezultând un *paradox de bootstrap*, (Toomey 2007) (un călător de timp care fură o mașină de timp de la muzeul local pentru a face o călătorie în timp și apoi dă mașina de timp aceluiași muzeu la sfârșitul călătoriei (adică în trecut) . În acest caz, mașina în sine nu este niciodată construită de nimeni - pur și simplu există) (Smith 2016) un *paradox informativ*, (Everett and Roman 2012) (Everett dă un exemplu de paradox informativ: ”un călător de timp copiază o demonstrație matematică dintr-un manual, apoi călătorește înapoi în timp pentru a se întâlni cu matematicianul care a publicat prima demonstrație, la o dată înainte de publicare, matematicianul să copieze pur și simplu demonstrația. În acest caz, informațiile din demonstrație nu au nicio origine.”) (Everett and Roman 2012) sau un *paradox ontologic*. (Smeenk and Wüthrich 2011) Kelley L. Ross (Ross 2016) dă exemplul unui obiect fizic a cărui linie a universului sau istorie formează o buclă închisă în timp, unde poate exista o încălcare a celei de-a doua legi a termodinamicii: se acordă un ceas unei persoane, iar 60 de ani mai târziu același ceas este adus înapoi în timp și dat aceluiași personaj. Ross afirmă că entropia ceasului va crește, iar ceasul transmis în timp înapoi va fi mai uzat cu fiecare repetare a istoriei sale.

Andrei Lossev și Igor Novikov au numit astfel de obiecte fără origine *Jinn*, cu termenul singular *Jinnee*. (Popper 1985) Un obiect care face trecerea circulară prin timp trebuie să fie identic ori de câte ori este readus în trecut, altfel ar crea o inconsecvență.

Krasnikov scrie că aceste paradoxuri implică întotdeauna un sistem fizic care evoluează într-o etapă într-un mod care nu este guvernat de legile sale. El nu găsește acest lucru paradoxal și

atribuie problemele privind validitatea călătoriei în timp către altor factori în interpretarea relativității generale (Krasnikov 2002)

Relativitatea generală permite unele soluții care descriu universuri care conțin curbe închise în timp, sau linii de univers care duc la același punct în spațiu. (Gödel 1949) Igor Dmitriyevich Novikov a afirmat despre posibilitatea curbelor temporale închise (CTC) că numai călătoriile cu auto-reglementare înapoi ar fi permise. (Novikov 1983) El a sugerat *principiul auto-consistenței*, care spune că *singurele soluții la legile fizicii care pot apărea local în Universul real sunt acelea care sunt auto-consistente la nivel global*. Opiniile lui Novikov nu sunt acceptate pe scară largă. Visser vede buclele cauzale și principiul de auto-consistență al lui Novikov ca o soluție ad-hoc și presupune că există implicații mult mai dăunătoare ale călătoriei în timp. (Nahin 1999) Krasnikov nu găsește nicio vină inerentă în buclele de cauzalitate, dar găsește și alte probleme cu călătoria în timp în relativitatea generală. (Krasnikov 2002)

Ulrich Meyer afirmă că ”a spune că buclele de cauzalitate sunt misterioase înseamnă a spune că sunt întotdeauna inexplicabile și nu cred că este corect. Buclele de cauzalitate pot admite toate explicațiile pe care le-ar putea cere în mod rezonabil.” (Meyer 2012) A cere ca toate evenimentele, inclusiv cele din buclele de cauzalitate, să fie explicabile, înseamnă a susține *principiul rațiunii suficiente* al lui Leibnitz (PRS),[1] dar există modalități diferite de înțelegere a acestui principiu, precum citirea PRS ca principiu de cauzalitate: (Meyer 2012)

O versiune ar fi că *Fiecare eveniment are o cauză suficientă*, PRS1 (Schlesinger 1995) ceea ce implică inferențe la cea mai bună explicație. Această versiune conduce deseori la lanțuri infinit de descendente de evenimente în care fiecare eveniment este cauzat de cel precedent, *ad infinitum* (precum modelele standard de mecanică clasică, în care toate evenimentele de la un

---

[1] Principiul rațiunii suficiente afirmă că totul trebuie să aibă o rațiune, o cauză sau un motiv.(Rescher 1991)

moment dat sunt cauzate de evenimentele de la un moment anterior, care, la rândul lor, sunt cauzate de evenimente la un moment anterior, și așa mai departe), (Meyer 2012) valabil și pentru buclele de cauzalitate. PRS1 necesită ca fiecare eveniment să aibă o explicație cauzală, nu ca lanțul de explicații să se termine undeva. Dar PRS1 nu este chiar ceea ce Leibniz a avut în minte atunci când a elaborat principiul rațiunii suficiente, în *De rerum originatione radicali* (1697):

> ”Să ne imaginăm cartea despre *Elementele geometriei* că a fost veșnică, o copie întotdeauna fiind făcută de la altul; atunci este clar că, deși putem da un motiv pentru care această carte este bazată pe cartea precedentă din care a fost copiată, nu putem ajunge niciodată la un motiv complet, indiferent câte cărți am putea să presupunem în trecut, pentru că cineva se poate întotdeauna să se întrebe de ce ar fi trebuit să existe astfel de cărți în orice moment; de ce ar trebui să existe cărți pur și simplu, și de ce ar trebui să fie scrise în acest fel. Ceea ce este adevărat despre cărți este valabil și pentru diferitele stare a lumii; fiecare stare ulterioară este oarecum copiată din cea precedentă (deși conform anumitor legi ale schimbării). Indiferent cât de departe am ajuns înapoi în stările anterioare, nu vom descoperi niciodată în ele un motiv complet pentru care ar trebui să existe o lume, și de ce ar trebui să fie așa cum este.” (Leibniz 1956)

Prin însăși natura sa, un motiv complet nu ar putea fi un motiv cauzal și, prin urmare, ar depăși ceea ce este în discuție în PRS1.

A doua interpretare a principiului este: *Există un motiv suficient pentru care întreaga lume este așa cum este* (PRS2):

> ”Am putea să explicăm existența unei mașini de timp la t1 în termenii existenței unei mașini de timp la t2, dar acest lucru nu pare să explice de ce există o mașină a timpului. Dar dacă luăm serios această îngrijorare, ar trebui să ne îngrijorăm, de exemplu, de ce există electroni. Putem explica cu ușurință aceasta cauzal, în termenii legilor naturii și faptul că au existat electroni acum 5 minute. Dar atunci se ridică întrebarea de ce au existat acești electroni anteriori și așa am ajunge repede într-o regresie infinită a explicațiilor cauzale care nu reușesc niciodată să dea un motiv complet pentru motivul pentru care există vreun electron.” (Meyer 2012)

PRS2 are consecința incontestabilă de a exclude adevărurile contingente, rezultând că PRS2 ”este fals și că cererile de explicații complete sunt greșite.” (Meyer 2012) Rezultă că dacă legile naturii cooperează, atunci evenimentele care formează o buclă pot fi explicate cauzal. A cere o explicație mai detaliată sau "completă" a buclei cauzale este a cere ceva care este imposibil. ”În

acest caz, vina ar cădea asupra persoanei care a pus întrebarea, nu asupra incapacității noastre de a răspunde.” (Meyer 2012)

Prioritatea cauzală (anumite secvențe ale evenimentelor conexe) poate fi diferită de prioritatea temporală (totalitatea evenimentelor). Dacă cauza a fost mai târziu decât efectul, atunci cauza ar trebui să fie de neoprit. Dar, în general, suntem capabili să intervenim în lume pentru a provoca sau pentru a preveni întâmplările contingente. Dacă cauza unui eveniment este localizată în viitor, atunci astfel de intervenții sunt supuse unor constrângeri clare, iar în unele cazuri se va dovedi imposibilă. (Grey 1999)

Simon Keller și Michael Nelson (Keller and Nelson 2010) afirmă că nu există nici o premisă cu caracter specific preferențial implicată în nici un argument, astfel încât nu se ridică o problemă specială pentru călătoriile în timp din punctul de vedere al presentismului.

Wheeler și Feynman (Wheeler and Feynman 1949) au fost primii care au susținut că faptul că natura este continuă nu implică paradoxuri cauzale.

Concluzii

Una din temele călătorului în trecut este când acesta se dovedește a fi propriul său părinte, (Ayer 1956) sau chiar ambii săi părinți proprii, în cazul unei schimbări de sex a călătorului în timp. Ideea călătoriei în timp este bizară dintr-o perspectivă metafizică heracliteană. (Grey 1997) Conceptul de timp se bazează, în mod tradițional, pe o analogie cu spațiul cu o caracteristică suplimentară, asimetria. Trecutul este fix (domeniul faptelor petrecute, determinate), viitorul este fluid (expresii ale aceleiași intuiții metafizice heracliteene). Dacă se asimilează timpul cu ”direcțiile” date de termodinamică, cosmologie și psihologie, inversarea timpului are sens. Dar dacă trecerea timpului este actualizarea posibilității, inversarea timpului ar implica absurditatea "re-potențializării" trecutului. ((Grey 1999), vezi și (Čapek 1961)) Trecutul nu este potențialitate.

Ceea ce va fi nu este încă determinat. Viitorul este inactiv în sensul că nu a fost încă activ, și deci are potențialitate, spre deosebire de trecut care a fost activ și nu mai are potențialitate.

Dintr-o perspectivă parmenideană, existența unor ordini cronologice alternative, desemnate ca timp "personal" și "extern" în analiza lui Lewis, (Lewis 1976) nu este sancționată de măsurătorile alternative ale fizicii. Acest dualism temporal între timpul experimental și timpul fizic are o rezonanță carteziană.

Frank Arntzenius și Tim Maudlin consideră (Arntzenius and Maudlin 2013) că majoritatea contradicțiilor care apar la călătoria în timp sunt logic incoerente: nu se poate "schimba" trecutul (pentru prezentism nu există nici trecut nici viitor, deci nu există o astfel de ”destinație”). Dar dacă singura cerință impusă este coerența logică, atunci este ușor de surmontat aceste aspecte. Se poate elabora un scenariu coerent de călătorie în timp, în care totul se întâmplă o singură dată și într-un mod coerent. Dar coerența logică este o condiție foarte slabă. Din punct de vedere fizic (validitatea universală a anumitor legi fizice fundamentale și starea fizică pe o suprafață anterioară regiunii călătoriei timpului să fie ne-constrânsă), călătoria în timp este considerată, de asemenea, posibilă. Problemele apar din punct de vedere metafizic din cauza naturii timpului în sine.

De remarcat că, deși există în toate lucrările o concentrare doar pe un eveniment specific (în paradoxul bunicului, de ex., doar pe moartea bunicului), această abordare o consider eronată. Analiza doar a UNUI SINGUR eveniment e greșită, când în realitate există nenumărate evenimente simultane conectate cu aceeași călătorie în timp. Iar trecutul înseamnă mai mult decât niște evenimente. El include absolut toată materia și energia la diverse momente, și evoluția lor ulterioară. Schimbarea trecutului nu înseamnă doar moartea bunicului. Ea presupune toate celelalte schimburi de materie din viitor cu cea din trecut, și deplasarea spațială a materiei care ocupa înainte spațiul ocupat în prezent de călător.

De asemenea, nu există o delimitare clară între o persoană și mediu (există un schimb permanent de materie, chiar și aerul din plămâni, îmbrăcămintea, praful de pe haine, etc.) conform teoriei sistemelor dinamice în interacțiune cu mediul. (Beer 1995) În o călătorie în timp, este imposibil să nu existe un schimb între materia ajunsă odată cu călătorul (aer, praf, etc.), deci apare o contrazicere a legii conservării materiei, care se poate crea sau dispare astfel la infinit, corelată cu legea conservării energiei.

În final, consider că niciun paradox nu există în realitate. Existența lor ține doar de concepția noastră, încă incorectă și/sau incompletă, despre conceptele de spațiu și timp, și de limitele limbajului și a modului de gândire în care ne exprimăm și concepem fenomenele.

Singura dovadă serioasă a posibilității călătoriei în timp ar fi o demonstrație a actualității sale. Dacă suntem de acord că nu există o călătorie în timp la momentul actual, presupunerea că ar fi existat implică postularea unei diferențe substanțiale de actualitate

Bibliografie

Aristotle. 1941. “The Basic Works of Aristotle.” 1941. https://www.goodreads.com/work/best_book/12280-the-basic-works-of-aristotle.

Arntzenius, Frank. 2006. “Time Travel: Double Your Fun.” *Philosophy Compass* 1 (6): 599–616. https://doi.org/10.1111/j.1747-9991.2006.00045.x.

Arntzenius, Frank, and Tim Maudlin. 2013. “Time Travel and Modern Physics.” In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Winter 2013. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/win2013/entriesime-travel-phys/.

Atuq Eusebio Manga Qespi. 1994. “Pacha: Un Concepto Andino de Espacio y Tiempo.” *Revísta Española de Antropología Americana*. http://revistas.ucm.es/ghi/05566533/articulos/REAA9494110155A.PDF.

Ayer, A. J. 1956. *The Problem of Knowledge*. Harmondsworth.

Bartlett, John. 2014. *Bartlett’s Familiar Quotations*. Little, Brown.

Beer, Randall D. 1995. “A Dynamical Systems Perspective on Agent-Environment Interaction.” *Artificial Intelligence* 72 (1): 173–215. https://doi.org/10.1016/0004-3702(94)00005-L.

Berkovitz, J. 2001. “On Chance in Causal Loops.” *Mind* 110 (437): 1–23.

Bolonkin, Alexander. 2011. *Universe, Human Immortality and Future Human Evaluation*. Elsevier.

Čapek, Milič. 1961. *The Philosophical Impact of Contemporary Physics*. Princeton: Van Nostrand.

Chattopadhyaya, Debiprasad. 1964. *Indian Philosophy: A Popular Introduction*. [New Delhi]People’s Pub. House.

Craig, William Lane. 1979. “WHITROW AND POPPER ON THE IMPOSSIBILITY OF AN INFINITE PAST.” *The British Journal for the Philosophy of Science* 30 (2): 165–70. https://doi.org/10.1093/bjps/30.2.165.

Crisp, Thomas M. 2007. “Presentism, Eternalism, and Relativity Physics.” https://thomasmcrisp.files.wordpress.com/2017/07/presentism-eternalism-and-relativity-physics.pdf.

Deutsch, David, and Michael Lockwood. 1994. “The Quantum Physics of Time Travel.” *Scientific American* 270 (3): 68–74. https://www.academia.edu/6059479/The_Quantum_Physics_of_Time_Travel.

Dowe, Phil. 2001. “Causal Loops and the Independence of Causal Facts.” *Philosophy of Science* 68 (S3): S89–97. https://doi.org/10.1086/392900.

Everett, Allen. 2004. “Time Travel Paradoxes, Path Integrals, and the Many Worlds Interpretation of Quantum Mechanics.” *Physical Review D: Particles and Fields* 69 (October). https://doi.org/10.1103/PhysRevD.69.124023.

Everett, Allen, and Thomas Roman. 2012. *Time Travel and Warp Drives*. http://www.press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/T/bo8447256.html.

Faye, Jan. 2001. “Backward Causation,” August. https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/causation-backwards/.

Ferraro, Rafael. 2007. *Einstein’s Space-Time - An Introduction to Special and General*. //www.springer.com/gp/book/9780387699462.

Garrison, J. C., M. W. Mitchell, R. Y. Chiao, and E. L. Bolda. 1998. “Superluminal Signals: Causal Loop Paradoxes Revisited.” *Physics Letters A* 245 (1): 19–25. https://doi.org/10.1016/S0375-9601(98)00381-8.

Gödel, Kurt. 1949. "An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Field Equations of Gravitation." *Reviews of Modern Physics* 21 (3): 447–50. https://doi.org/10.1103/RevModPhys.21.447.

Godfrey-Smith, William. 1980. "Travelling in Time: [Analysis 'Problem' No. 18]." *Analysis* 40 (2): 72–73.

Goldstein, Sheldon. 2017. "Bohmian Mechanics." In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Summer 2017. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/qm-bohm/.

Gott, J. Richard. 2002. *Time Travel in Einstein's Universe: The Physical Possibilities of Travel Through Time*. Houghton Mifflin Harcourt.

Greenberger, Daniel M., and Karl Svozil. 2005. "Quantum Theory Looks at Time Travel." In *Quo Vadis Quantum Mechanics?*, 63–71. The Frontiers Collection. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-26669-0_4.

Grey, William. 1997. "Time and Becoming." *Cogito* 11 (3): 215–20. https://www.academia.edu/7483089/Time_and_becoming.

———. 1999. "Troubles with Time Travel." *Philosophy* 74 (287): 55–70. http://www.jstor.org/stable/3752093.

Hanley, Richard. 2004. "No End in Sight: Causal Loops in Philosophy, Physics and Fiction." *Synthese* 141 (1): 123–52. https://doi.org/10.1023/B:SYNT.0000035847.28833.4f.

Hawking, S. W. 1992. "Chronology Protection Conjecture." *Physical Review D* 46 (2): 603–11. https://doi.org/10.1103/PhysRevD.46.603.

Hawking, Stephen. 1999. "Space and Time Warps." Stephen Hawking. 1999. http://www.hawking.org.uk/space-and-time-warps.html.

Hawking, Stephen W., Kip S. Thorne, Igor D. Novikov, Timothy Ferris, and Alan Lightman. 2003. *The Future of Spacetime*. Norton.

Hawkins, Stephen. 2010. "How to Build a Time Machine." Mail Online. 2010. http://www.dailymail.co.uk/home/moslive/article-1269288/STEPHEN-HAWKING-How-build-time-machine.html.

Horwich, Paul. 1987. "Asymmetries in Time: Problems in the Philosophy of Science." MIT Press. 1987. https://mitpress.mit.edu/books/asymmetries-time.

Jarrell, Mark. 2006. "The Special Theory of Relativity." www.phys.lsu.edu/~jarrell/COURSES/ELECTRODYNAMICS/Chap11/chap11.tex.

Keller, S, and M Nelson. 2010. "Presentists Should Believe in Time-Travel." *Australasian Journal of Philosophy* September 1 (April): 333–45. https://doi.org/10.1080/713931204.

Kowalczyński, Jerzy Klemens. 1984. "Critical Comments on the Discussion about Tachyonic Causal Paradoxes and on the Concept of Superluminal Reference Frame." *International Journal of Theoretical Physics* 23 (1): 27–60. https://doi.org/10.1007/BF02080670.

Krasnikov, S. 2002. "Time Travel Paradox." *Physical Review D* 65 (6): 064013. https://doi.org/10.1103/PhysRevD.65.064013.

Leibniz, Gottfried Wilhelm Freiherr von. 1956. *Philosophical Papers and Letters*. University of Chicago Press.

Lewis, David. 1976. "The Paradoxes of Time Travel." *American Philosophical Quarterly* 13 (2): 145–52. http://www.jstor.org/stable/20009616.

Lobo, Francisco, and Paulo Crawford. 2002. "Time, Closed Timelike Curves and Causality." *NATO Science Series II* 95 (July): 289–96. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0155-7_30.

Lossev, A., and I. D. Novikov. 1992. "The Jinn of the Time Machine: Nontrivial Self-Consistent Solutions." *Classical and Quantum Gravity* 9 (10): 2309. https://doi.org/10.1088/0264-9381/9/10/014.
Maudlin, Tim. 2010. "On the Passing of Time." https://philocosmology.rutgers.edu/images/uploads/TimDavidClass/05-maudlin-chap04.pdf.
Meiland, Jack W. 1974. "A Two-Dimensional Passage Model of Time for Time Travel." *Philosophical Studies* 26 (November). https://doi.org/10.1007/BF00398876.
Mellor, D. H. 1998. *Real Time Ii*. Routledge.
Meyer, Ulrich. 2012. "Explaining Causal Loops." *Analysis* 72 (2): 259–64. https://doi.org/10.1093/analys/ans045.
Monton, Bradley. 2009. "Time Travel without Causal Loops." *The Philosophical Quarterly (1950-)* 59 (234): 54–67. http://www.jstor.org/stable/40208578.
Nahin, Paul J. 1999. *Time Machines: Time Travel in Physics, Metaphysics, and Science Fiction*. //www.springer.com/gp/book/9780387985718.
Novikov, Igor D. 1983. *Evolution of the Universe*. 1St Edition edition. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
Popper, Karl. 1985. "Unended Quest: An Intellectual Autobiography." 1985. https://www.goodreads.com/work/best_book/494526-unended-quest.
Rea, Michael. 2014. *Metaphysics: The Basics*. Routledge.
Rescher, Nicholas. 1991. *G.W. Leibniz's Monadology: An Edition for Students*. University of Pittsburgh Press.
Ross, Kelley L. 2016. "Time Travel Paradoxes." 2016. http://www.friesian.com/paradox.htm.
Schlesinger, George N. 1995. "A Pragmatic Version of the Principle of Sufficient Reason." *The Philosophical Quarterly (1950-)* 45 (181): 439–59. https://doi.org/10.2307/2220308.
Serway, Raymond A, Robert J Beichner, and John W Jewett. 2000. *Physics for Scientists and Engineers*. 5th ed. Philadelphia : Saunders College Publishing. https://trove.nla.gov.au/version/7626018.
Smeenk, Chris, and Christian Wüthrich. 2011. "Time Travel and Time Machines," April. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199298204.003.0021.
Smith, Nicholas J.J. 2016. "Time Travel." In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Spring 2016. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entriesime-travel/.
Swartz, Norman. 2001. "Beyond Experience: Metaphysical Theories and Philosophical Constraints." 2001. http://www.sfu.ca/~swartz/beyond_experience/.
Thorne, Kip S., Vladimir Braginsky, and Vitaly Ginzburg. 1994. "Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy." *Physics Today*. https://doi.org/10.1063/1.2808700.
Toomey, David. 2007. *The New Time Travelers: A Journey to the Frontiers of Physics*. New York: W. W. Norton & Company.
Visser, Matt. 1996. *Lorentzian Wormholes - From Einstein to Hawking*. //www.springer.com/gp/book/9781563966538.
Visser, Matt, Sayan Kar, and Naresh Dadhich. 2003. "Traversable Wormholes with Arbitrarily Small Energy Condition Violations." *Physical Review Letters* 90 (June): 201102. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.90.201102.

Wheeler, John Archibald, and Richard Phillips Feynman. 1949. “Classical Electrodynamics in Terms of Direct Interparticle Action.” *Reviews of Modern Physics* 21 (3): 425–33. https://doi.org/10.1103/RevModPhys.21.425.

Yourgrau, Palle. 2005. “A World Without Time: The Forgotten Legacy of Godel and Einstein.” 2005. https://www.amazon.com/World-Without-Time-Forgotten-Einstein/dp/0465092942.